

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2021.01.010

温度和水分对越冬代冬型中国梨木虱存活的影响^①

赵龙龙, 张未仲

山西农业大学 果树研究所, 山西 晋中 030815

摘要: 中国梨木虱(*Psylla chinensis*)是危害梨树最严重的害虫之一,严重影响梨树的生长发育和果品产量,掌握环境因素对梨木虱生存的影响对制定有效防控策略具有重要意义.为了了解温度和水分对越冬代冬型中国梨木虱存活的影响,本研究在室内分别测定了2,10,20℃3种温度条件下,有无外源水分对梨木虱的死亡率和存活时间的影响.结果表明,不同温度和水分条件均会影响梨木虱的存活.在相同时间内,随着温度的升高,梨木虱死亡率明显提高,寿命缩短;在所设置温度条件下,当有外源水分时,梨木虱的存活率和寿命提高;而在干燥处理下,梨木虱死亡率明显增加,寿命变短,且随着温度的升高,这一趋势逐渐加重.

关键词: 中国梨木虱; 温度; 气候变化; 水分

中图分类号: S433.3

文献标志码: A

文章编号: 1007-1067(2021)01-0052-05

昆虫属变温动物,环境温度的变化对其生理、生态、活动、分布等均会产生较大影响.而昆虫对温度的适应和耐受能力则直接决定了其生存、分布和扩散等特点.因此,多方面分析昆虫对温度的生态适应性已成为昆虫学研究的热点之一^[1-2].更重要的是,在全球气候变化的大背景下,探索昆虫在此过程中的适应策略及由此而引起的其他连锁反应,对全面了解气候变化带来的影响具有重要意义^[3-4].然而,气候变化不仅仅是环境温度的变化,还包括环境变化引起的不平衡降水.比如,温度升高可能使区域水分蒸发加大,改变降水量,同时伴随着空气湿度降低和干旱加重.因昆虫个体较小,更容易受到水分胁迫的影响.研究指出,水分作为昆虫生存的另一大要素,同样对昆虫生理、分布、生存、行为等起到重要影响作用,而且与昆虫发展趋势和灾变等密不可分^[5-7].

中国梨木虱(*Psylla chinensis*)属半翅目(Hemiptera)木虱科(Psyllidae),在我国梨产区发生普遍,严重影响梨树的生长发育和果实产质量,需常年治理^[8].中国梨木虱以成虫、若虫吸食梨树的叶片、芽及嫩梢汁液为害,为害过程中排泄蜜露,滋生霉菌或黏连粉尘等污物,对叶片等造成二次伤害,致使叶片光合作用降低或出现褐斑坏死,重者则导致叶片提早脱落.梨木虱喜阴暗,多隐蔽在果叶贴连处、套袋内等地方为害,轻者污染果面,重者造成落果等^[9].在中国梨木虱的年生活史当中,中国梨木虱随季节呈现明显两型变化,分别为夏型和冬型.夏型梨木虱在梨树落叶前感受到环境的信号变化后,则发育转型成冬型梨木虱,随着梨树落叶及生存条件的恶化,冬型梨木虱陆续转入树皮裂缝等越冬场所越冬.冬型梨木虱只有成虫一种,为中国梨木虱越冬虫态^[10-11].

前人的研究表明,昆虫代谢水平与环境温度密切相关.一般来说,在昆虫适生范围内,昆虫代谢速率随温度的升高而加快.水分作为昆虫生命活动的重要要素,特别是越冬昆虫在缺少食物来源的情况下,水分

① 收稿日期: 2021-01-27

基金项目: 山西省重点研发计划项目(201903D211001-1); 山西省农业科学院农业科技创新研究课题(YCX2018D2BH4, YCX2020YQ08).

作者简介: 赵龙龙, 副研究员, 主要从事果树病虫害的综合治理研究. E-mail: xiaoxiaolong007@outlook.com

对其生存起到了决定作用,而温度的高低又会直接影响水分的变化或打破其平衡,进而影响到昆虫个体的发育或生存^[5, 12]. 中国梨木虱在越冬过程中主要依赖自身储存的营养物质进行生存,因其主要在地表以上部位进行越冬,缺失雪被、土层等微环境缓冲作用,受环境温度和湿度的直接影响. 结合当前冬季温度普遍升高和降水失衡的气候背景下,探索中国梨木虱在此变化条件下的存活情况,对了解中国梨木虱的发生趋势和综合治理具有重要借鉴作用. 鉴于此,本研究通过设置不同温度条件,研究水分胁迫对冬型中国梨木虱存活的影响.

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用虫冬型梨木虱于 2020 年 2 月下旬,采自于山西省晋中市山西农业大学果树研究所基地,株行距 $3\text{ m} \times 4\text{ m}$,树龄 ≥ 20 年,树形为自由纺锤形,树势中等偏旺. 于 2 月中旬,在冬型梨木虱的越冬场所树皮裂缝用小型毛笔刷取.

1.2 试验方法

冬型梨木虱在不同温度及水分处理下的死亡率测定方法为:设置 2, 10, 20 $^{\circ}\text{C}$ 共 3 个温度,在每个温度下设置 3 组水分处理,分别为去水分、有外源水分和对照处理组. 测定前,分别取发育程度一致且活动正常的冬型梨木虱装入 2.5 mL 离心管中,管盖扎有孔洞,每管装入 10~15 头作为 1 个重复,每处理重复 8 次. 去水分处理方法为在距离离心管管底约 0.7 mm 处填塞干燥剂(未吸水膨化氯化钙颗粒)后,用滤纸团隔开,确保干燥剂稳固不松散后再装入冬型梨木虱;有外源水分处理方法为在每个离心管中加入长 1.5 cm,宽 0.6 cm 的湿滤纸 1 张,滤纸处理方法为用蒸馏水浸湿,再放入干滤纸上吸掉多余水分后,折起放入事先已装入冬型梨木虱的离心管中,确保管壁不残留水分,且水分不黏住梨木虱翅膀;对照处理组只加入长 1.5 cm,宽 0.6 cm 的滤纸 1 张. 每天上午 9:00 检查不同处理条件下冬型梨木虱的存活情况.

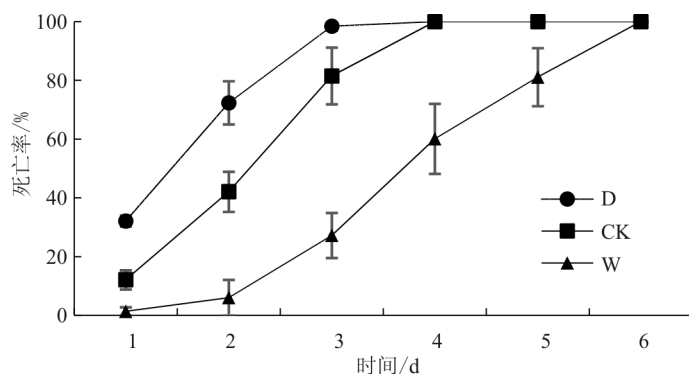
1.3 数据分析

试验数据用 Microsoft Excel 2016 进行整理和统计.

2 结果与分析

2.1 20 $^{\circ}\text{C}$ 下不同水分处理对冬型梨木虱存活的影响

经肉眼观察,当温度为 20 $^{\circ}\text{C}$ 时,冬型梨木虱处于活跃状态,在此条件下,冬型梨木虱在不同水分处理后,其死亡率随着时间的延长均呈递增趋势. 如图 1 所示,在添加有干燥剂的条件下,冬型梨木虱死亡率明显高于对照和水分处理;而在水源水分添加的条件下,相比对照处理,冬型梨木虱的死亡率显著性降低,但最终 3 种处理条件下冬型梨木虱均全部死亡.



“D”表示添加干燥剂,“CK”为对照处理,“W”表示有外源水分(下图均同).

图 1 20 $^{\circ}\text{C}$ 下不同水分处理后梨木虱的死亡率

2.2 10 ℃ 下不同水分处理对冬型梨木虱存活的影响

经肉眼观察,当温度为 10 ℃ 时,冬型梨木虱虽然可活动,但不活跃,且在此温度条件下,不同水分处理对冬型梨木虱存活的影响存在差异性.如图 2 所示,与 20 ℃ 条件结果类似,与对照相比,在有干燥剂的处理条件下,冬型梨木虱的死亡率增加明显,且当处理 1~6 d 时,死亡率高于对照处理,但 6 d 后,两者死亡率基本相当,达到 100%.而当有外源水分时,在处理时间内,冬型梨木虱的死亡率始终显著性低于前两者.

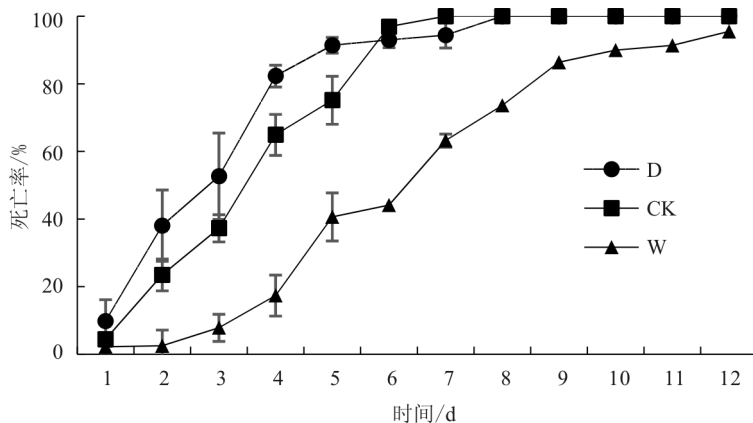


图 2 10 ℃ 下不同水分处理后梨木虱的死亡率

2.3 2 ℃ 下不同水分处理对冬型梨木虱存活的影响

经肉眼观察,当温度为 2 ℃ 时,冬型梨木虱处于不活动的静息状态,其死亡率变化趋势与 20 ℃ 和 10 ℃ 处理条件下类似.在有干燥剂处理的条件下,冬型梨木虱的死亡率始终高于对照和水分处理;而当有外源水分时,与对照相比,在开始的 1~6 d 内,梨木虱的死亡率显著性降低,死亡率均低于 20%,而从第 9 d 开始,梨木虱的死亡率明显增加,最终的死亡率也小于对照处理(图 3).

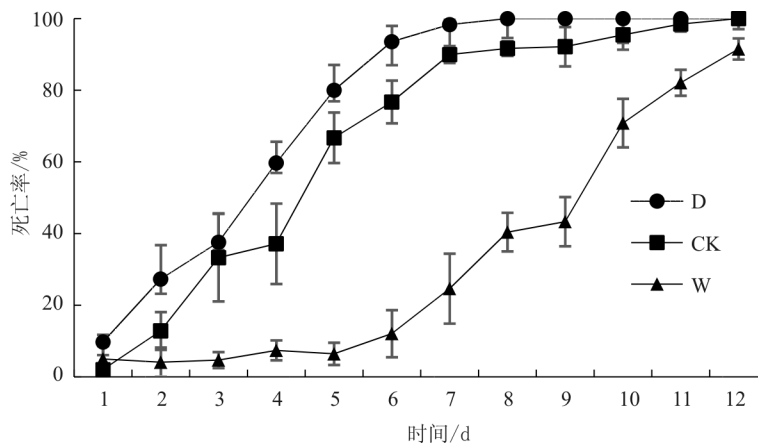


图 3 2 ℃ 下不同水分处理后梨木虱的死亡率

2.4 不同温度及水分处理条件对冬型梨木虱存活时间的影响

从图 4 可以看出,3 种处理条件下,冬型梨木虱的存活时长均随温度的升高而减少;而不论何种温度,在有外源水分存在时,其存活时长均高于对照处理和干燥剂处理,对照处理总高于加入干燥剂处理.20 ℃ 条件下,3 种水分处理条件下,其存活时长分布均集中;而在 2 ℃ 和 10 ℃ 条件下,对照和有外源水分处理下存活时长则相对离散,尤其在有水分处理条件其存活时长相对较离散.

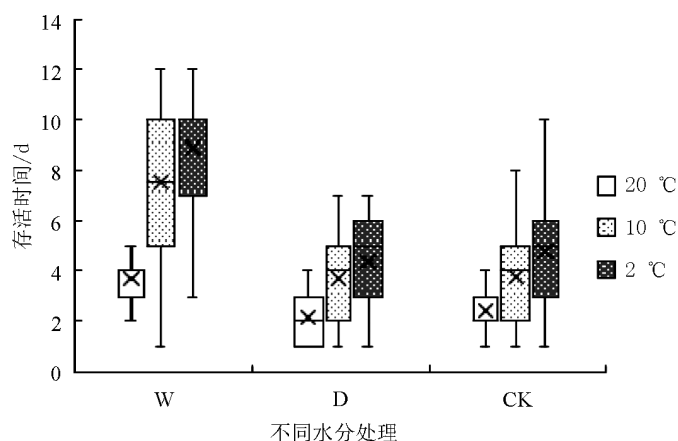


图 4 不同水分及温度处理条件下冬型梨木虱的存活时间

3 结论与讨论

冬型梨木虱的存活情况取决于所处的环境条件,可以看出,本试验所设置的温度和水分条件均对梨木虱存活有一定的影响作用.室内试验结果表明,在所设置的温度范围内,温度越高,同时间内冬型梨木虱的死亡率也越高,而相对较低温度有利于冬型梨木虱的生存.此外,不论何种温度,在有外源水分存在的条件下,冬型梨木虱的存活率明显提高且存活时间延长,这和刘朝红等^[13]的研究结果类似,表明外源水分对冬型梨木虱的存活有明显的助益作用.如通过干燥剂处理掉可能存在的外源水分后,冬型梨木虱的存活率和寿命明显降低,即外源水分对冬型梨木虱的存活起到了重要作用.冬型梨木虱不同于其他越冬昆虫,进入越冬态后,并非静息状态,而是会随着越冬场所温度的变化而发生活动.在本试验所设置的 2 °C 非活动温度条件下,冬型梨木虱的平均寿命是可活动温度 20 °C 条件下的 2 倍;而 10 °C 是介于活动至非活动态的温度,在此条件下,梨木虱的平均寿命也介于前两者之间.另外值得注意的是,在本试验过程中,始终未提供给冬型梨木虱食物来源,冬型梨木虱主要依赖自身储存的营养物质进行生存,类同其他昆虫,温度升高加速了虫体对营养物质的消耗进而导致死亡率的提高^[14-15].

水是昆虫生存的必须条件,梨木虱获取水分的途径主要来源于自身营养物质代谢所产生的水分和环境中的水分^[7].随着温度的升高,梨木虱进入活动态,代谢加速,对水分的需求也相应增加,如不能从环境中获取,则会加重代谢负荷,导致较高的死亡率,这也解释了为什么低温条件下梨木虱的存活时间高于高温条件下.如本研究中在有干燥剂去除水分的情况下,梨木虱的死亡率略高于不加干燥剂的情况(即对照试验),但前两者的死亡率都远远高于有外源水分的处理组.这是因为有外源水分时,环境中水分增加,湿度增强,冬型梨木虱通过表皮渗透吸水等方式主动获取水分以维持体内的水分平衡,从而抵御水分胁迫,这一点有待进一步研究和验证.

在本研究所设置的条件下,冬型梨木虱的最长寿命为 12 d,明显小于刘朝红等^[13]研究测试得到的梨木虱寿命,其主要原因是本试验采用的冬型梨木虱的采集时间为 2 月下旬,正值梨木虱出离越冬场所阶段.在当前的气候变化背景下,随着冬季温度升高,降水减少,势必会影响到冬型梨木虱的生存.参考我国历年(2019 年以前)2 月平均气温可发现,其最高温度接近 2 °C,对梨木虱的影响相对较小.2 月底,此时梨木虱在田间已存活约 3 个月,随着温度的逐渐升高,梨木虱经过长时间的越冬后,体内营养物质等消耗殆尽,极易受到外界环境的影响,如此时遭遇突然升温或极端变温等,则会对冬型梨木虱生存产生明显的影响作用,这一点在田间也得到证实.通过田间观察发现,越冬代冬型梨木虱出现死亡的阶段也主要发生于 2 月底,即冬型梨木虱预出蛰期,此阶段增温明显,降雨量减少,死亡的梨木虱也多呈失水干瘪状.

在探索环境变化对梨木虱的影响过程中,除了研究温度变化等对虫体影响外,还应考虑变温等对梨木虱和寄主及物候关系的影响,如升温导致寄主梨树花期提前,则梨木虱可取食的时间延长,为害加重;如

梨木虱提前出蛰活动,而寄主梨树尚未萌动,则可能导致梨木虱发生寄主转移或没有替代寄主而死亡。这种环境变化-寄主相应-梨木虱生存三者之间的紧密关系还需进一步深入全面的研究。

参考文献:

- [1] 蒋丰泽,郑灵燕,郭技星,等. 温度对昆虫繁殖力的影响及其生理生化机制 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37(3): 653-663.
- [2] 时培建,池本孝哉,戈 峰. 温度与昆虫生长发育关系模型的发展与应用 [J]. 应用昆虫学报, 2011, 48(5): 1149-1160.
- [3] 张 鹤,林进添. 昆虫对全球气候变暖的响应 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37(6): 1280-1286.
- [4] 张花龙,杨念婉,李有志,等. 气候变暖对农业害虫及其天敌的影响 [J]. 植物保护, 2015, 41(2): 5-15, 36.
- [5] CHOWNS L, SØRENSEN J G, TERBLANCHE J S. Water Loss in Insects: an Environmental Change Perspective [J]. Journal of Insect Physiology, 2011, 57(8): 1070-1084.
- [6] FILAZZOLA A, MATTER S F, MACIVOR J S. The Direct and Indirect Effects of Extreme Climate Events on Insects [J]. Science of the Total Environment, 2021: 145161.
- [7] 谭 椰,徐文彦,商晗武,等. 水分胁迫对植物与植食性昆虫互作的影响 [J]. 应用昆虫学报, 2014(4): 871-880.
- [8] 张翠瞳,徐国良,李大乱. 梨树主要害虫-梨木虱的研究综述 [J]. 华北农学报, 2003, 18(z1): 127-130.
- [9] 王少敏,张 勇. 套袋梨果实害虫的发生与防治 [J]. 落叶果树, 2014, 46(5): 1-3.
- [10] 赵龙龙,张未仲,胡增丽,等. 冬型中国梨木虱在梨树不同部位的产卵特点 [J]. 植物保护, 2019, 45(4): 201-204.
- [11] 赵龙龙,张未仲,胡增丽,等. 山西省太谷县梨木虱发生规律的调查 [J]. 落叶果树, 2019, 51(6): 46-48.
- [12] ROLANDI C, MÓNICA S I Pablo E S. Metabolism and Water Loss Rate of the Haematophagous Insect *Rhodnius prolixus*: Effect of Starvation and Temperature [J]. Journal of Experimental Biology, 2014(217): 4414-4422.
- [13] 刘朝红,胡增丽,张未仲,等. 外源水分和温度对冬型梨木虱存活的影响 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42(6): 1409-1414.
- [14] 张海平,潘明真,易忠经,等. 短期饥饿处理对蠋蝽寿命、繁殖力及捕食量的影响 [J]. 中国生物防治学报, 2017, 33(2): 159-164.
- [15] 史 雅,吕建华,白旭光. 温度对赤拟谷盗耐饥性的影响 [J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2013, 34(6): 37-42.

Effects of Temperature and Water on the Survival of Overwintering Winterform *Psylla chinensis*

ZHAO Long-long, ZHANG Wei-zhong

Pomology Institute, Shanxi Agricultural University, Jinzhong, Shanxi 030815, China

Abstract: Chinese pear psylla (*Psylla chinensis*), one of the most serious pests to pear trees, severely affects the growth and development of pear trees and fruit yield. It is of great significance to understand the impact of environmental factors on the survival of pear psylla for developing effective control strategies. In order to investigate the development trend of this injurious insect and provide a theoretical basis for its integrated management, an experiment was carried out in which the effects of temperature and moisture (exogenous addition and removing water) on the survival and longevity of overwintering winter-form *P. chinensis* were tested. The results showed that the survival of *P. chinensis* was influenced by temperature and moisture, both. During the same treatment time, with the increase of temperature, the mortality rate increased obviously and the life span was shortened. Under the temperature conditions set in this experiment (2°C, 10°C and 20°C), addition of external water improved the survival rate and life span of pear psylla, and removal of water significantly increased its mortality and shortened its life span. As the temperature rose, this trend was aggravated.

Key words: *Psylla chinensis*; temperature; climate change; moisture